



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

JARKO ILKKA

RER111-, RER125- & REX521RRP-HIPOT UUDISTUSPROJEKTI

ABB

Tekniikka
2020

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Jarko Ilkka
Opinnäytetyön nimi	RER111, RER125- & REX521RRP Hipot Uudistusprojekti
Vuosi	2020
Kieli	suomi
Sivumäärä	49+4
Ohjaaja	Mikko Västi

Tämä opinnäytetyö tehtiin ABB Oy Distribution Solutions Electrification Service-yksikölle. Insinöörityön tavoitteena oli uudistaa ja automatisoida vanha jännitelujuustestausmenetelmä, mikä tehtiin aikaisemmin käsin testauksena.

Tutkielmassa perehdytään myös testausmenetelmän uudistamisen hyötyihin, kuten turvallisuuden, tuotannon tehokkuuden, sekä laadun parantamiseen. Tutkielma toteutettiin kvalitatiivisena tutkimuksena. Tiedonkeruu tapahtui tekemällä avoimia haastatteluja yksilöittäin sekä ryhmänä.

Teoriaosuudessa käydään läpi adapterin valmistuksessa noudatettavaa IEC 61010-1 standardia, jossa määritellään mittaus- ja ohjauslaitteiden turvallisuusmääräykset laboratoriokäyttöön.

Projekti pyrittiin tekemään mahdollisimman kustannustehokkaasti tuotteiden vähäisien määrien takia.

Työn lopputuloksena kehitettiin toimiva laitteisto, joka toimivuudeltaan kattaa myös edeltävän laitteiston puutteet. Lisäksi uudistetun laitteiston piirteitä voidaan laajentaa tulevaisuudessa näiden tuotteiden lopputestaukseen, mikä on tehty manuaalisesti.

ABSTRACT

Author	Jarko Ilkka
Title	RER111, RER125- & REX521RRP Hipot Project
Year	2020
Language	Finnish
Pages	49+4
Name of Supervisor	Mikko Västi

This thesis was done for The ABB Oy Distribution Solutions Electrification Service unit. The aim of the thesis was to renew and automate the old dielectric withstand test method, which was carried out manually.

The thesis also examines the benefits of reforming the testing method, such as improving safety, improving production efficiency, and improving quality. The thesis was conducted as a qualitative study. The data collection took place through open interviews by individual basis and as a group.

The theory section covers the IEC 61010-1 standard for the manufacture of the adapter, which defines the safety regulations for electrical equipment for measurement, control and laboratory use.

The aim was to do the project as cost-effectively as possible due to the limited quantities of products.

The result of the thesis was the development of a functional equipment that also covers the shortcomings of the previous equipment. In addition, the features of the redesigned equipment can be extended in the future to the final testing of these products, which has been done manually.

Keywords	Safety, quality, efficiency and dielectric withstand test
----------	---

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

LIITELUETTELO

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

1	JOHDANTO	10
1.1	ABB Lyhyesti	10
1.2	Electrification Service.....	11
1.3	Suojareleen historiaa	11
1.4	Työn rajausta ja valitut suojarelemallit.....	12
1.4.1	Mallit.....	13
1.5	Nykyinen käytössä oleva testauslaitteisto ja menetelmä	15
1.6	Automatisoinnin hyödyt.....	20
2	MENETELMÄT.....	21
2.1	Tutkimusmenetelmät.....	21
2.2	Aineiston keruu	21
2.3	Hypoteesit	22
2.4	Tutkimusongelma ja tutkimuskysymykset	22
3	TEORIATAUSTA.....	23
3.1	Turvallisuus.....	23
3.2	Adapterin turvallisuusvaatimukset.....	23
3.3	Tuotantotestaus	24
3.4	Pienten ja keskikokoisten laitteiden tuotantotestaus.....	24
3.5	Laatu	25
4	SUUNNITTELU	26
4.1	Aikataulu.....	26
4.2	Adapterin toimittaja	26
4.3	Tekninen esisuunnittelu	27
5	TOTEUTUS	30
5.1	Aikataulutuksen seuranta	30

5.2	Kommunikaatio ulkoisten ja sisäisten tahojen välillä.....	30
5.3	Projektin etenemisen seuranta.....	31
5.4	Turvallisuus.....	32
5.5	Laatu	34
5.6	Tehokkuus ja tuottavuus	35
6	TESTAUSAUTOMAATIO	37
6.1	Testausprosessi	37
6.2	NI LabVIEW järjestelmä	37
6.3	Testiohjelman rakenne	38
7	KÄYTTÖÖNOTTO	44
7.1	Toiminnan testaus	44
8	UUSI MENETELMÄ.....	46
9	POHDINTA.....	47
	LÄHTEET.....	48

LIITTEET

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. ABB:llä valmistettavia suojareleitä. /4/	12
Kuva 2. RER125. /6/	13
Kuva 3. REX521RRP-suojarele. /7/	14
Kuva 4. Jännitetyöalue.	16
Kuva 5. Jännitelujuuslaite.	16
Kuva 6. Testattavat ryhmät RER111 & RER125.....	18
Kuva 7. Jännitekoestusmenetelmä RER111 & 125.....	18
Kuva 8. Esimerkkikuva REX521-liittimen ryhmistä (7 kpl).	19
Kuva 9. REX521RRP-jännitekoestus (vanha menetelmä).....	19
Kuva 10. Adapterin aihio.	27
Kuva 11. Adapteri etuviistosta.	29
Kuva 12. Adapteri takaviistosta (REX521RRP tuote sisällä).	29
Kuva 13. Turvapiirin piirikaavio. /15/.....	33
Kuva 14. Laadun määritelmä. /16/	34
Kuva 15. Annuiteettimenetelmän laskukaava. /18/.....	36
Kuva 16. Yksinkertainen vuokaavio testiohjelman ylimmältä tasolta.	37
Kuva 17. Etupaneeli.	40
Kuva 18. Etupaneelin lohkokaaavio.	40
Kuva 19. Adapter identification.	41
Kuva 20. Safety check.....	41
Kuva 21. INIT-lohkokaaavio.	42
Kuva 22. TEST-osion lohkokaaavio.	42
Kuva 23. CLOSE-lohkokaaavio.....	43
Kuva 24. REX521RRP jännitekoestus (uusi menetelmä).	46
Taulukko 1. REX521RRP-korvaavuustaulukko.....	15
Taulukko 2. Tutkimuksen aikataulu.	26
Taulukko 3. Aikataulusuunnitelma.....	30

Taulukko 4. Adapterin arvioitu säästö/tuotto per vuosi.....	35
--	----

LIITELUETTELO

LIITE 1. IEC 61010-1:2010 Standardin LIITE F. The requirements for voltage testers used for routine (production line) tests

LIITE 2. Adapterin sähköturvallisuus raportti

LYHENTEET JA MERKINNÄT

ABB	Asea Brown Boweri
FPY	First pass yield, saannon laskenta
Hipot	High Potential
IEC	International Electro technical Commission
LON	Tiedonsiirtoväylä
PE	Suojajohdin
RRP	Relay Retrofit Program, relejälkiasennusohjelma

1 JOHDANTO

Insinööritoimisto käsittelee projektia, joka tuotetaan ABB Oy Distribution Solutions Electrification Servicelle yhdessä Ampner Oy:n kanssa. ABB:n sisäisessä auditoinnissa päätettiin, että RER111-, RER125- ja REX521RRP-tuotteille tulisi saada parempi jännitelujuustestausmenetelmä nykyisen tilalle tarkoittaen, että testaus on yhteneväinen muiden jo olemassa olevien testausmenetelmien kanssa, eli testaus pitää saada mahdollisimman automaattiseksi, henkilöturvalliseksi, sekä tuotteiden jännitetesteistä pitää jäädä ABB:n sähköiseen tietokantaan tieto testauksesta.

Työn tavoitteena oli parantaa työturvallisuutta ja työtehokkuutta sekä parantaa testausprosessin laatua. Projekti toteutettiin low-cost budjetilla, jossa tarkoitus oli käyttää jo olemassa olevaa laitekantaa hyväksi.

1.1 ABB Lyhyesti

ABB on maailmanlaajuisesti markkinoiden johtava sähkövoima- ja automaatio-tekniikkayhtiö, jonka pääkonttori sijaitsee Sveitsin Zürichissä. ABB on teknologiajohtaja, joka edistää teollisuuden digitalisaatiota. ABB:n innovointi on jatkunut yli 130 vuoden ajan. ABB toimii yli 100 maassa ja työllistää noin 147 000 henkilöä, joista Suomessa noin 5 400. Suomessa ABB toimii noin 20 paikkakunnalla. Tehdaskeskitymät sijaitsevat Helsingissä, Vaasassa, Porvoossa ja Haminassa. Helsingissä Pitäjänmäellä valmistetaan moottorit, generaattorit, taajuusmuuttajat, CPM-energianhallintajärjestelmät ja paperikonekäyttöratkaisut, sekä Helsingin Vuosaarella ja Haminassa on Azipod® -ruoripotkurijärjestelmät. /1/

Vaasassa valmistetaan moottorit, muuntajat, sähköverkon ohjaus- ja suojauslaitteet, pienjännitetuotteet ja – järjestelmät, sähkönsiirto- ja jakelujärjestelmät, voimantuotannon järjestelmät ja prosessiteollisuuden kokonaisprojekointi. Porvoossa sijaitsee sähköasennustuotteiden valmistus. /1/

Suomessa ABB on yksi suurimmista teollisista työnantajista, pääkaupunkiseudulla suurin. /1/

ABB:n liikevaihto vuonna 2018 oli 25,8 miljardia euroa ja Suomen ABB:n yksikön liikevaihto oli 2,3 miljardia euroa vuonna 2018. /1/

1.2 Electrification Service

Tämä loppuyö tehtiin Distribution Solutionsin suoja-releiden jälkituotantoon, joka on osa Distribution Solutionsin huoltoyksikköä. Distribution Solutions liiketoimintalinja Suomessa kehittää, valmistaa, myy ja markkinoi sähkönjakeluverkon suoja-releitä sekä ohjaus-, automaatio- ja valvontalaitteita. /2/

1.3 Suoja-releen historiaa

Vuonna 1965 suomalainen Strömberg valmisti Vaasassa ensimmäisen elektronisen J-sarjan suoja-releen energialaitoksille. Maailman ensimmäinen mikroprosessorirele oli SPAJ 3M5 J3. Julkaisuvuonna 1982 se oli markkinoiden huipulla. Vuonna 1984 kehitettiin SPACOM-tuoteperhe (**Kuva 1. oikealla edessä**), jota valmistetaan vielä tänäkin päivänä Vaasassa. Samaan aikaan markkinoille tuli ensimmäinen valvonta- ja ohjausjärjestelmä Micro-SCADA. Strömberg siirtyi ruotsalaisen Asean omistukseen 1987. /3/

ABB muodostui tammikuussa 1988 Asean ja sveitsiläisen Brown Boverin fuusioituttua. 1990-luvulla suoja-releiden tuotekehityksen painopiste siirtyi elektroniikasta ohjelmointiin ja tämän ansiosta syntyi RED500-sarja, joka julkaistiin 1995. Se oli ensimmäinen suoja-rele, jossa oli graafinen käyttöliittymä. Seuraava tuotejulkistus tapahtui vuonna 2003, jolloin tuli 610-sarjan suoja-releet. Tämä malli oli aikaisemmin julkaistua RED500-sarjaa kooltaan paljon pienempi ja kevyempi muovisen pistoyksikön ansiosta. Huoltotoimenpiteet helpottuivat pistoyksikön suunnittelun ansiosta, jossa pistoyksikön sai vedettyä kotelosta pihalle kätevästi kahvaa kääntämällä.

Vuonna 2007 markkinoille tulivat ensimmäiset IEC 61850-standardin mukaiset REF615-sarjan releet, jossa oli käytetty 610-sarjassakin hyväksi todettu ”plug-in” toimintaperiaate. Standardi IEC 61850 aiheutti releteknologian seuraavan mullistuksen. Standardilla ohjataan sähköasemien rakenteita ja niillä käytettävää tietoliikennetekniikkaa. Standardi mahdollistaa sen, että eri laitevalmistajien laitteet

pystyvät kommunikoimaan keskenään. Vuoteen 2011 mennessä ABB oli toimit-
tanut jo miljoona vikatilanteilta suojaavaa laitetta. /3/



Kuva 1. ABB:llä valmistettavia suojaraleitä. /4/

1.4 Työn rajaus ja valitut suojaralemallit

Tämä opinnäytetyö rajataan koskemaan kolmen ABB:llä valmistettavan tuotteen jännitelujuustesterin päivittämistä nykyaikaiseksi. Tavoitteena oli käyttää jo voimassa olevaa laitekantaa hyväksi. Tuotteet ovat RER111 & RER125 LON TALK-kommunikointiyksiköt, sekä REX521RRP-suojarele. Tutkielmassa seurataan jännitetesteriprojektin valmistumista, projektin suunnittelusta aina testerin käyttöönottoon asti. Tutkielmassa selvitetään myös, kuinka uusi testausmenetelmä vaikuttaa laatuun, turvallisuuteen sekä tehokkuuteen.

1.4.1 Mallit

LON Star Coupler, RER 111, on laite, jonka avulla eri moduulit voidaan yhdistää LON-väylän yli. LON-väylä on useiden laitteiden välinen tiedonsiirtojärjestelmä, joka käyttää LonWorks-verkkoa ja sitä vastaavaa LonTalk -protokollaa. Standardi RER 111 -yksikkö sisältää: Valinnaiset yksi tai kaksilisävirtalähteen, jonka tulojännitealue on 110 - 240 VAC/DC tai 24 - 60 VDC, tulo-/lähtökortin (I/O), emolevyn, jossa 9 paikkaa optiokorteille. Käytettävissä ovat seuraavat optiokortit: Valokuituvaihtoehtokortti SFIBER-C tarjoaa kolme valokuitulähetin-paria laituritason laitteiden yhteenliittämiseen, mikä yhdistää kaksi valokuitu-lisävarustekortilla varustettua RER 111 -laitetta tai RER 111 -yksikön ja korkeamman tason laitteita, kuten Micro-SCADA. Lisävarustekorttia SRS485-C käytetään laitteen liittämiseen RS485-liitännän avulla LonWorks-verkkoon. Tämä kortti sisältää myös valokuitulähetinparin Serial LonTalkin. /5/



Kuva 2. RER125. /6/

RER 125 -yksikkö (**Kuva 2.**) toimii IEC 60870-5-103 -protokollaa käyttävien laitteiden yhdysliittimenä. Se tarjoaa kaikkien laitteen korttien tarvitsemat tehot integroimalla yhden tai kaksinkertaisen virtalähteen. Syöttökortin syöttöjännite on joko 110...240 VAC/DC tai 24...60 VDC. Näitä virtakortteja voidaan käyttää missä tahansa yhdistelmässä. /6/

Lisäksi RER 125 -laitteessa on I/O-moduulikortti. Tämä moduuli sisältää kaksi vikarelettä, joita käytetään virtalähdekorttien kunnan diagnosointiin. Virtalähteen korttien edellyttämä ulkoinen virtalähde on kytketty tämän kortin kautta. Vikare-

leet voidaan liittää hälytysyksikköön RER 125 -yksikön virtalähteen valvontaa varten. RER 125 -yksikkö tarjoaa emolevyliitännän lisävarustekorteille. Emolevyssä on kaksi sisäistä avointa keräilylinjaa ja virtalähdejohto, johon on kiinnitetty kaikki kahdeksan korttipaikkaa. /6/



Kuva 3. REX521RRP-suojarele. /7/

Rex 521:n (**Kuva 3. oikealla**) relejälkiasennusohjelma tarjoaa sujuvan ja hallitun Rex 521-suojareleiden vaihdon Relion® 615-sarjan (**Kuva 3. vasemmalla ja keskellä**) uusilla kehityksillä, jotka edustavat uusinta suojaus- ja ohjaustekniikkaa. Tuloksena on pidennetty kytkinlaitteiden käyttöikä, releen elinkaaripalvelujen täysi saatavuus ja mahdollisuus mukauttaa virransuojausjärjestelmä vastamaan uusia vaatimuksia.

Valituissa 615-sarjan vaihtolaitteissa on valmiiksi suunnitellut asennustarvikkeet. Jälkiasennusohjelman erityiset työkalut ja lisävarusteet yksinkertaistavat työmenetelmiä. Näin ollen eri jälkiasennus vaiheet voidaan tarkasti suunnitella ja toteuttaa ja voidaan minimoida seisokkeja tuotannon tai sähkön jakeluprosesseissa.

Taulukko 1. REX521RRP-korvaavuustaulukko.

Relay Retrofit Program for REX 521	1MRS758962 A

Table 2. Existing relay types and replacement relays

Relay type to be retrofitted ¹⁾	Replacement relay	Order code ²⁾
REX521xBxxxB01x	REF615	HBFNAEAG#####E##1G ³⁾ or HBFNAFAG#####E##1G ³⁾
REX521xBxxxB02x		
REX521xMxxxM01x		
REX521xMxxxM02x		
REX521xHxxxH02x		
REX521xHxxxH03x		
REX521xHxxxH04x		
REX521xHxxxH05x ⁴⁾		
REX521xHxxxH06x		
REX521xHxxxH08x ⁴⁾		
REX521xHxxxH09x		
REX521xHxxxH50x		
REX521xHxxxH07x	REM615	HBMCAEAG#####N#1G ⁵⁾ or HBMCAFAG#####N#1G ⁵⁾
REX521xHxxxH51x		

Taulukosta 1 huomaa, että neljällä 615-relemallilla voidaan korvata jopa neljätoista REX521-relemallia.

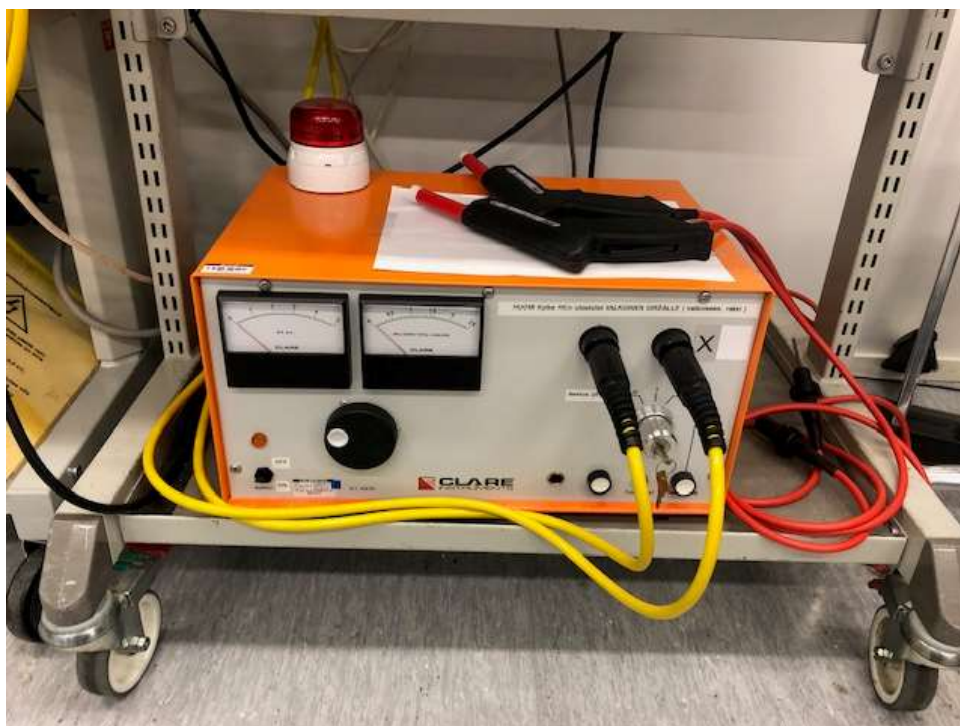
1.5 Nykyinen käytössä oleva testauslaitteisto ja menetelmä

ABB:llä suojarileille suoritetaan jännitelujuustesti, jossa käytetään standardin IEC 60255-27 mukaisia jännitearvoja. Siinä testataan releen kaikkien eri moduulien jännitelujuutta. Suojareleiden tulee kestää tästä aiheutuva jänniterasitus. Testauslaite syöttää 2,2 kV 50 Hz:llä moduuleihin noin 1 sekunniksi, eikä saa tapahtua läpilyöntiä.

Nykyinen käytössä oleva menetelmä on hyvin analoginen, jossa käyttäjä tekee testauksen käsin. Työ alkaa rajaamalla jännitetyöalue laittamalla aidat, että ulkopuoliset huomaavat jännitetyön olevan käynnissä (**Kuva 4.**).



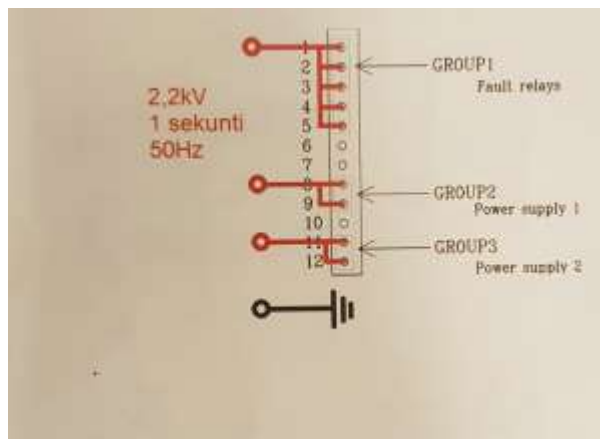
Kuva 4. Jännitetyöalue.



Kuva 5. Jännitelujuuslaite.

Jännitetyöalueen rajauksen jälkeen aloitetaan varsinainen testaus, jossa asetetaan testiliittimet tuotteeseen ja ”pyssyillä” johdetaan jännite mitattavaan ryhmään toisen ”pyssyn” ollessa maadoitusta vasten. Työ on aikaa vievää ja epäkäytännöllistä. Se vaatii kahden ihmisen työpanoksen. Toinen säätää jännitteen 2,2 kV ja toinen mittaa yhden ryhmän kerrallaan. Jännite käytetään nollassa ja nostetaan hiljalleen takaisin 2,2 kV:iin ja testataan seuraava ryhmä. Menetelmä näkyy kuvissa **(Kuva 7 ja 9.)**.

Tätä menetelmää, jossa jännite käytetään välillä nollassa, päädyttiin tekemään, kun alkoi tulemaan oikosulkuja testauksen aikana, jotka saattoivat hajottaa releen virtalähteen. Tällä tavalla ne poistuivat. Tätä menetelmää käyttäessä on myöskin hyvin vaikeaa määritellä kauanko käyttäjä syöttää jännitettä kyseiseen tuotteeseen per mitattava ryhmä. Se voi helposti venyä yhdestä sekunnista kahteen tai jopa kolmeen sekuntiin, sekä käyttäjä voi vahingossa testata samaa ryhmää monta kertaa, tai hypätä yli ryhmiä huomaamattaan. Myöskin jännite voi olla jotain muuta, kuin 2,2 kV. Tämän laitteen käyttö vaatii käyttäjältä erittäin hyvää perehdytystä laitteeseen, sekä voimassa olevaa jännitetyökorttia.



Kuva 6. Testattavat ryhmät RER111 & RER125.

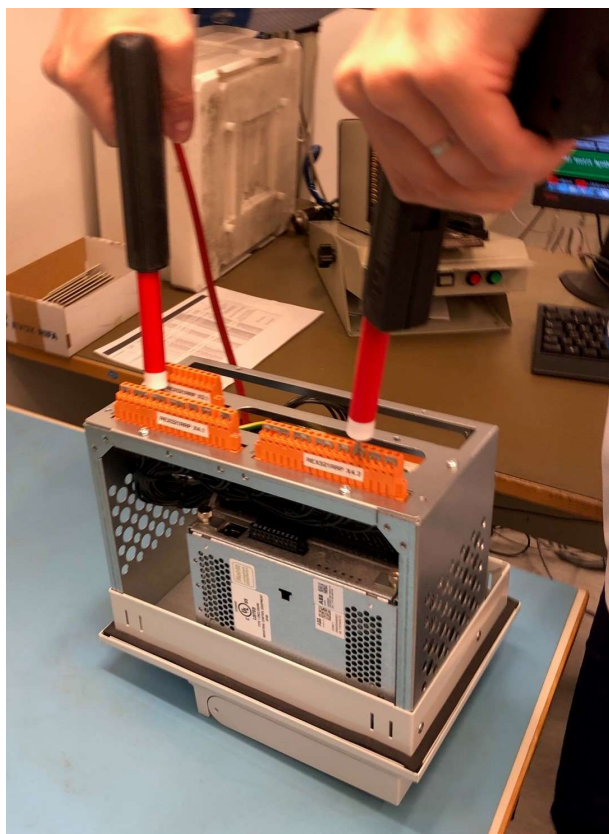


Kuva 7. Jännitekoestusmenetelmä RER111 & 125.

RER111- ja 125-tuotteissa testataan vain 3 ryhmää. REX521RRP:ssä testataan 15 ryhmää PE:tä vasten.



Kuva 8. Esimerkkikuva REX521-liittimen ryhmistä (7 kpl).



Kuva 9. REX521RRP-jännitekoestus (vanha menetelmä).

1.6 Automatisoinnin hyödyt

Testausautomatisoinnilla pyritään aina parempaan tehokkuuteen, varsinkin paljon toistuvuutta vaativissa töissä. Yksi automatisoinnin hyödyistä on tyypillisesti laadun parannus ja tasalaatuisuus, lisäksi kokoonpanotehtävissä automatisoinnin yhteydessä havaitaan useimmiten mahdolliset poikkeamat käytettävien osien suhteen. Automatisoinnilla voidaan parantaa seuraavia asioita:

- nopeuttaa tuotteiden läpimenoaikaa
- kasvattaa tuotantovolyymejä
- vähentää sairauspoissaoloja ja onnettomuuksia, keventää työtä ja parantaa työn mielekkyyttä
- tekee tuotteista hyvin tasalaatuisia ja vähentää reklamaatioiden määrän minimiin. /8/

2 MENETELMÄT

2.1 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelmäksi muodostui kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus. Laadulliselle tutkimukselle ovat tyypillisiä muun muassa seuraavat ominaisuudet:

- Tutkimus tapahtuu aidossa ympäristössään.
- Aineisto kerätään asianomaisilta tutkittavilta vuorovaikutussuhteessa.
- Tutkija on toimija, aineiston kerääjä.
- Tutkimusaineisto on monilähteistä: tekstiä, kuvia, haastatteluja jne.
- Tavoitteena on kokonaisvaltainen ymmärrys tutkittavasta ilmiöstä”. /9/

2.2 Aineiston keruu

Tutkimuksen aiheen ollessa erikoista projektityötä, valmista kirjallisuutta tai tutkimusta suoraan aiheesta ei ole. Tästä syystä päädyttiin kokonaiskuvan saamiseksi keräämään tietoa haastattelemalla muutamia asiantuntijoita, jotka ovat olleet mukana tällaisissa projekteissa aikaisemmin. Tiedonkeruu tapahtui tekemällä avoimia haastatteluja yksilöittäin sekä ryhmänä. Tutkimuksessa oli mukana myös teemahaastatteluja s-postin välityksellä lähinnä adapterin toimittajan kanssa. Tutkimuksessa haastateltiin Distribution Solutionsin Global manufacturing supportin vanhempaa suunnitteluinsinööriä sekä tiimin esimiestä. Adapterin toimittajan yrityksestä haastateltiin suunnittelutiimin esimiestä, mekaniikkasuunnittelijaa sekä sähköinsinööriä. Myös Hesplan Oy:n suunnitteluinsinööriä haastateltiin tutkimusta varten. Tuotannosta haastateltiin muutamaa loppukäyttäjänä toimivaa työntekijää.

Avoimen haastattelun kulku muistuttaa hyvin paljon keskustelua, koska avoimessa haastattelussa keskustellaan siitä, mitä haastattelussa mahdollisesti tulee luonnostaan esille. Tämän takia keskustelun aihe saattaa vaihdella laajasti tietyn aihealueen sisällä /10/.

Haastattelulajin vapaa muoto mahdollistaa haastateltavan mielipiteiden, ajatusten ja tunteiden selvittämisen perin pohjin. Avointa haastattelua kutsutaan myös ni-

millä vapaa haastattelu, syvähaastattelu, strukturoimaton haastattelu ja ei-johdettu haastattelu. /10/

Haastattelulajina avoin haastattelu on haastava. Avoin haastattelu vie paljon ajallisia resursseja, koska se ei noudata mitään tiettyä runkoa ja keskustelu saattaa heitellä. Yhdellä haastattelukerralla ei välttämättä saada tarvittavia tietoja kerättyä, joten haastatteluja saatetaan joutua pitämään useampia. Haastattelurungon puuttuminen jättää haastattelun ohjaamisen haastattelijalle, joten noviisit haastattelijat saattavat tässä kohdin olla hieman vaikeuksissa. Avoimessa haastattelussa haastattelija ei saa yrittää tarjota valmiita vastauksia vaan haastateltava puhuu mahdollisimman vapaasti. /10/

Haastattelijan rooli avoimessa haastattelussa on olla keskustelukumppani haastateltavalle. Kysymyksillään haastattelija ohjaa haastattelua uusiin aiheisiin tai sitten menee syvemmälle haastattelun teemaan. Keskustelun hienovarainen ohjaaminen vaatii kuitenkin taitoa. Avoin haastattelu on oivallinen arkaluontoisten ja tunteita herättävien asioiden esiintuomiselle. /10/

2.3 Hypoteesit

Tutkimuksen hypoteesien mukaan tällä projektilla on positiivinen vaikutus tuotannon tehokkuuteen, työturvallisuuteen sekä laatuun.

2.4 Tutkimusongelma ja tutkimuskysymykset

Kohdeyrityksen reletuotanto-osaston kolmen tuotteen osalta jännitelujuustestauksen mittaaminen ei ole nykyaikaista. Mittaamisen tulisi olla nykyisen mittapuun mukaan automaattisempaa, turvallisempaa ja luotettavampaa. Tällä hetkellä käytössä on manuaalinen mittaustapa. Tutkimusongelmana voidaan siis pitää vanhentunutta testausmenetelmää. Tutkimusongelma purettiin tutkimuskysymyksiksi:

- Miten parannamme testauksen turvallisuutta?
- Miten parannamme testauksen tehokkuutta?
- Miten parannamme toiminnan laatua uudella testausmenetelmällä?
- Kuinka projekti saadaan valmiiksi sovitussa aikataulussa?

3 TEORIATAUSTA

ABB Oy:llä on yhtiötasoinen johtamisjärjestelmä, joka kattaa laadun, ympäristön sekä työterveyden ja työturvallisuuden.

Johtamisjärjestelmä on sertifioitu kansainvälisen laatustandardin ISO 9001:2015, ympäristöstandardin ISO 14001:2015 sekä työterveys- ja työturvallisuusstandardin ISO 45001:2018 mukaisesti. ABB noudattaa myös Sähköturvallisuuslakia 1135/2016 ja vaativat työntekijöiltään EN 50110-standardin sähköturvallisuuskorttia sekä työturvallisuuskorttia. /11/

3.1 Turvallisuus

Ensisijaisena tavoitteena on aina varmistaa, ettei kukaan työntekijöistä voisi tahattomasti tai muuten joutua kosketuksiin jännitteisten osien kanssa. Hallintatoimenpiteet tulee näin ollen suunnitella siten, että myös vikatilanteet ovat turvallisia.

Kun työntekijän on työssään oltava kontaktissa testattavan kohteen tai siihen liittyvien laitteiden kanssa, toisen seuraavista ehdoista on aina täyttyvä: 1) jos testattava kohde on jännitteinen, hallintatoimenpiteillä tulee varmistaa, ettei pääse syntymään kosketusta jännitteeseen osaan tai laitteeseen, tai 2) jos testaaja voi koskettaa testattavaa kohdetta, se ei saa olla jännitteinen. Tämän vuoksi työturvallisuuden hallintatoimenpiteet on suunniteltava siten ja oltava niin aukottomat, että edellä mainittu aina täyttyy. /12/

3.2 Adapterin turvallisuusvaatimukset

Adapterin valmistus noudattaa IEC 61010-1-standardia, jossa määritellään sähkölaitteiden turvallisuusmääräykset mittausta, ohjausta ja laboratoriokäyttöön. Adapterin valmistus noudattaa myös konestandardia SFS-EN 60204-1, joka käsittelee koneiden sähkölaitteiston vaatimuksia ja suosituksia. Niiden tehtävänä on parantaa henkilöiden ja omaisuuden turvallisuutta, ohjauksen sekä toiminnan yhdenmukaisuutta.

Valmistajan on suoritettava standardin IEC 61010-1:2010 liitteen F kohtien F.2–F.4 testit (LIITE 1) sadalle prosentille tuotetuista laitteista, joissa on sekä vaarallisia jännitteisiä osia, että helposti johtavia osia. Ellei sitä voida selkeästi osoittaa, että testien tuloksia ei voida mitätöidä myöhemmissä valmistusvaiheissa, testit on tehtävä täysin koottuina. Komponentteja ei saa irrota, muuttaa tai purkaa testiä varten, mutta pikakiinnitettävät kannet ja kitka-asennusnupit voidaan poistaa, jos ne häiritsevät testejä. Laitetta ei saa kytkeä päälle testien aikana, mutta pääkytkimen on oltava on-asennossa. Nämä testit pitävät sisällään suojamaan jatkuvuuden mittauksen, eristysresistanssimittauksen sekä jännitekokeen. /12/

3.3 Tuotantotestaus

Tuotteiden ja osien tuotantotestaus vaihtelee pienten osien tuotantolinjalla tapahtuvasta testauksesta suurten osien testaukseen. Järjestelyt voidaan näin ollen jakaa karkeasti seuraaviin kahteen luokkaan:

- a) Järjestelyt, joissa testattava kohde on kotelossa, jonka suojaus estää käsiksi pääsyn kohteeseen, kun se on jännitteisenä.
- b) Suuret testattavat kohteet, joita testataan täysin suojatulla ja erotetulla testausalueella ja joiden testaajat pysyvät valvomossa suojassa testauksen ajan.

Testausasemiin tulee näin ollen aina suunnitella ja asentaa automaattinen suojaus suoralta kosketukselta jännitteisiin osiin, jotta edellä mainitut kohdat (a) ja (b) toteutuisivat. /12/

3.4 Pienten ja keskikokoisten laitteiden tuotantotestaus

Testattavat kohteet voivat vaihdella pienistä tuotantolinjan sisällä testattavista osista keskikokoisiin. Perusperiaatteet ovat siinä mielessä samat, että kenelläkään ei saa olla mahdollista suoraan koskettaa jännitteisiä johtimia, osia tai laitteita. Pieniä osia testattaessa vaatimukset ovat yksinkertaiset: riittää, että testattava kohde on toimintaan kytketyllä lukittavalla kannella tai suojalla varustetun kotelon sisällä. Osa laitetaan koteloon ja virta voidaan kytkeä vasta, kun kansi on suljettu. Vastaavasti virta katkeaa automaattisesti, kun kansi avataan. Hyväksyttävä turval-

lisuus edellyttää sähköistä toimintaan kytkettyä lukitusta, joka tulee asentaa siten, että se vikaantuu aina turvallisesti. /12/

3.5 Laatu

Organisaation on suunniteltava ja toteutettava prosessit, joita tarvitaan tuotteiden ja palvelujen tuottamiseen liittyvien vaatimusten täyttämiseen, määritettyjen toimenpiteiden toteuttamiseen, sekä ohjattava niitä.

Organisaation on otettava huomioon vaatimukset sekä määritettävä riskit ja mahdollisuudet, joita on käsiteltävä, jotta voidaan:

- a) taata, että laadunhallintajärjestelmä voi saavuttaa halutut tulokset
- b) vahvistaa toivottavia vaikutuksia
- c) estää tai vähentää ei-toivottuja vaikutuksia
- d) saada aikaan parannuksia.

Organisaation on määritettävä ja valittava parantamismahdollisuudet ja toteutettava tarvittavat toimenpiteet, jotta asiakasvaatimukset täytetään ja asiakastyytyväisyys lisääntyy. Näihin on sisällyttävä:

- a) tuotteiden ja palveluiden parantaminen, jotta vaatimukset voidaan täyttää ja jotta voidaan vastata tuleviin tarpeisiin ja odotuksiin.
- b) ei-toivottujen vaikutusten korjaaminen, estäminen tai vähentäminen.
- c) laadunhallintajärjestelmän suorituskyvyn ja vaikuttavuuden parantaminen. /13/

4 SUUNNITTELU

4.1 Aikataulu

Tutkimuksen alustava aikataulu on kuvattu alla olevassa taulukossa 1. Vastuu aikataulun valvomisesta on tutkijalla, joka toimii myös projektin vetäjänä.

Taulukko 2. Tutkimuksen aikataulu.

	2020				
	Tammikuu	Helmikuu	Maaliskuu	Huhtikuu	Toukokuu
Taustatutkimus					
Alustavien hypoteesien laadinta					
Tiedonkeruu ja taustatietojen kokoaminen					
Haastattelujen suunnittelu					
Hypoteesien tarkennus					
Haastattelut					
Tulosten analysointi					
Tulosten vertailu kirjallisuusaineistoon					
Verifiointi					
Hypoteesien todennus					
Raportointi					

4.2 Adapterin toimittaja

Projektin kriittisimmän osuuden eli testiadapterin tekee Ampner Oy. Toimittaja valikoitui helposti, koska se on paikallinen toimija ja ABB on tehnyt yrityksen kanssa yhteistyötä aiemminkin.

Ampner Oy on suomalainen teollisuuspalveluyritys, joka tarjoaa tuotteita ja palveluja energialähteiden liittämiseksi verkkoon sekä teollisiin testausjärjestelmiin. Yhtiöllä on vuosikymmenten kokemus, uusimmat teknologiat ja korkea ammattitaito. /14/

4.3 Tekninen esisuunnittelu

Tekninen esisuunnittelu lähti käyntiin aloituspalaverissa, jossa oli paikalla työn ohjaaja ABB:ltä sekä Distribution Solutions yksikön global manufacturing supportista esimies ja vanhempi suunnitteluinsinööri. Keskusteluissa kävi ilmi, että Distribution Solutionilla on ylimääräiseksi jäänyt testausadapteri, jossa on ODU-rajapinta, ja joka sopii meidän olemassa olevaan HIPOT-testiasemaan, jolla testataan 615-tuotesarjan releitä. Adapteri oli ollut käytössä myynnistä poistuneen tuotteen jännitetestauksessa, jota muokkaamalla säästämme materiaalikuluissa (Kuva 10.).



Kuva 10. Adapterin aihio.

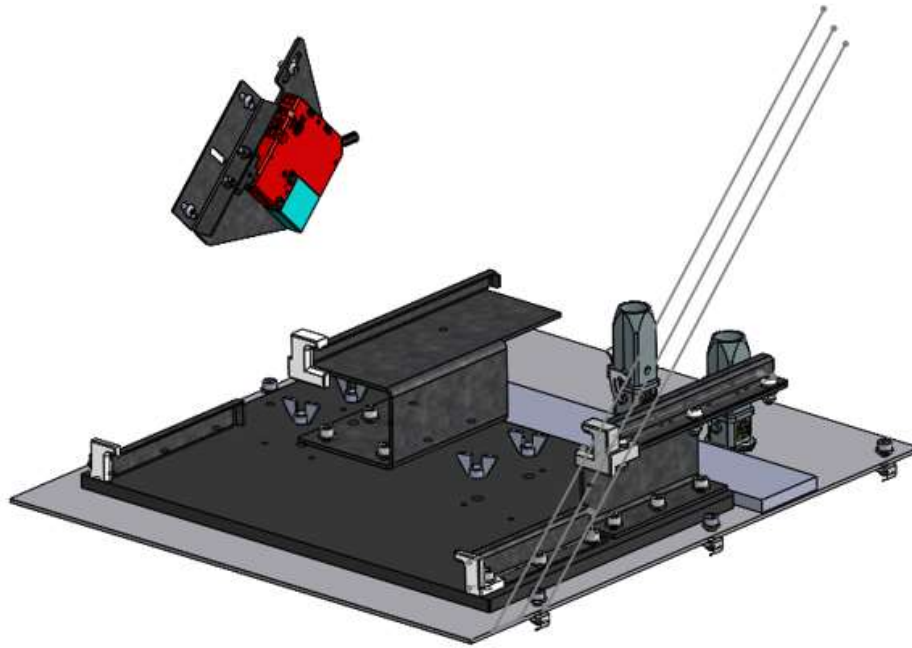
Seuraava tehtävä oli etsiä testattavien tuotteiden teknisiä dokumentteja, joista löytyisi mitat. REX521RRP:hen löytyi 3D-kuvat, koska se on uusi tuote, mutta

RER111- & 125 ovat vanhoja tuotteita, joiden dokumentaatioiden löytäminen oli haastavaa jo järjestelmien muutoksienkin vuoksi, mutta manuaaleista kuitenkin löytyi mitat niillekin.

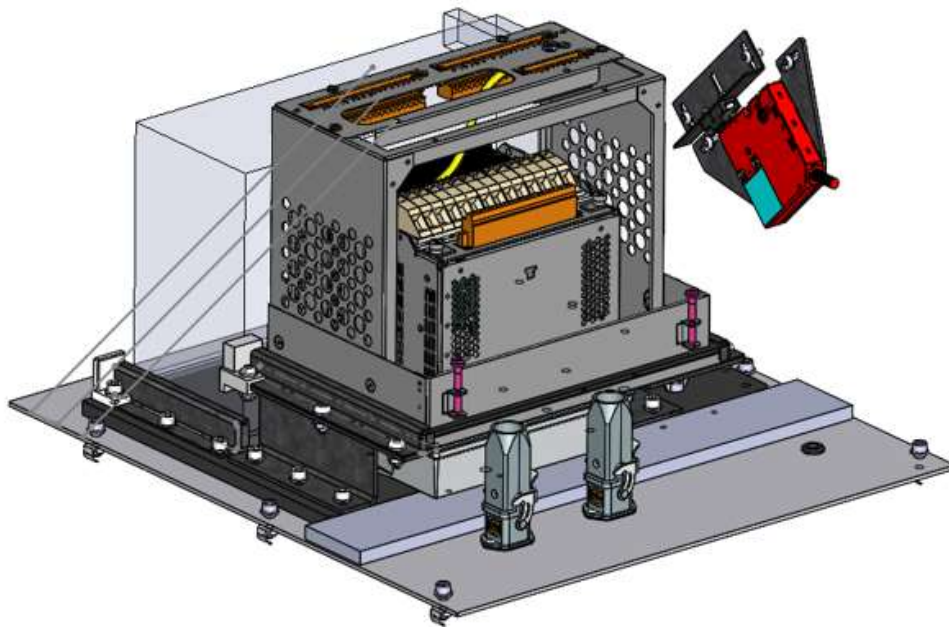
Mitat saatuumme selvitimme, sopiiko tuotteet fyysisesti siihen valmiina olevaan adapteriin. Tuotteet mahtuivat adapteriin, mutta tilaa jäi hyvin niukasti, joten päädyimme siihen tulokseen, että liitännät testattavan tuotteen liittimiin tulee tehdä vastaliittimillä, jotka vievät mahdollisimman vähän tilaa adapterista. Toteutuksen tekee Ampner Oy.

Toimitettuumme tekniset dokumentit testattavista tuotteista heille, he saivat tehtyä tarvittavat toteutukset. Kokonaisuudessaan toteutuksessa muokataan ABB:n toimittaman adapterikopan edellä mainittujen tuotteiden jännitetestauksen tarkoitukseen soveltuvaksi. Vanha sisämekaniikka ja johdotus puretaan pois ja lisätään turvalukko ja uusi johtosarja tuotteisiin. Lisätään myös liittimet HIPOT-signaaleille johtosarjan kiinnittämistä varten (Harting tai vastaava). Rakennetaan myös jigi testattaville tuotteille, mahdollisesti "uunipeltityyppiselle" alustalle. Tuotteet liu'utetaan peltilevyjen väliin. Ohjausta helpottamassa ABS-muoviset ohjurit pohjalevyn alussa. Tuotteet eivät ole lukittuja paikalleen, mutta ne pysyvät tiukasti "lippojen" alla. Tämä ratkaisu lähinnä helpottaa liittimien irrottamista testin jälkeen, kun tuote ei nouse ylös alustasta tuotteen reunan ollessa "lipan alla". Kuvassa 10 hyvin näkyvä musta ABS muovilevy on irrotettavissa alapuolella olevasta peltilevystä sormiruuveilla eli jos tulee tarve laittaa kuomun alle jotain muuta tuotetta eikä mahdu tai istu hyvin, niin tasaisen pinnan saa käyttöön tai voidaan sitten tehdä tälle oma "kasetti" tarpeeseen.

Adapterin mekaaninen suunnittelu tehtiin Solidworks 3D CAD-ohjelmalla (**Kuva 11 ja 12.**).



Kuva 11. Adapteri etuviistosta.



Kuva 12. Adapteri takaviistosta (REX521RRP tuote sisällä).

5 TOTEUTUS

5.1 Aikataulutuksen seuranta

Projektin etenemistä seurataan aluksi viikoittain, jonka jälkeen parin viikon välein seurantapalavereissa. Projekti noudatti taulukon 3 aikataulua.

Taulukko 3. Aikataulusuunnitelma.

	2020				
	Tammikuu	Helmikuu	Maaliskuu	Huhtikuu	Toukokuu
Aloituspalaveri					
Adapterin tekninen suunnittelu					
Adapterin valmistus					
Testisekvenssien ja parametrien määrittäminen					
LabVIEW-ohjelmointi					
Käyttöönotto					

5.2 Kommunikaatio ulkoisten ja sisäisten tahojen välillä

Pääosin kommunikaatio tapahtui sisäisten ja ulkoisten tahojen välillä haastatte-
luissa keskustelemalla, skypen kautta keskustelemalla, sekä sähköpostien välityk-
sellä. Nämä tavat tietysti toivat haasteita aikataulutukseen. Ryhmähaastattelun
haastavana asiana oli vaikea saada kaikkien osallisten aikataulut sopimaan ja saa-
maan heidät kaikki paikalle. Sähköpostin välityksellä kommunikoidessa ei vält-
tämättä saa suoraa vastausta esiteltyihin kysymyksiin ja joutuu lähettämään jatko-
kysymyksiä, joka saattaa venyttää päivillä informaation saamista. Tämä tuli huo-
mattua adapterin toimittajan kanssa käydyissä sähköpostiviestittelyissä.

5.3 Projektin etenemisen seuranta

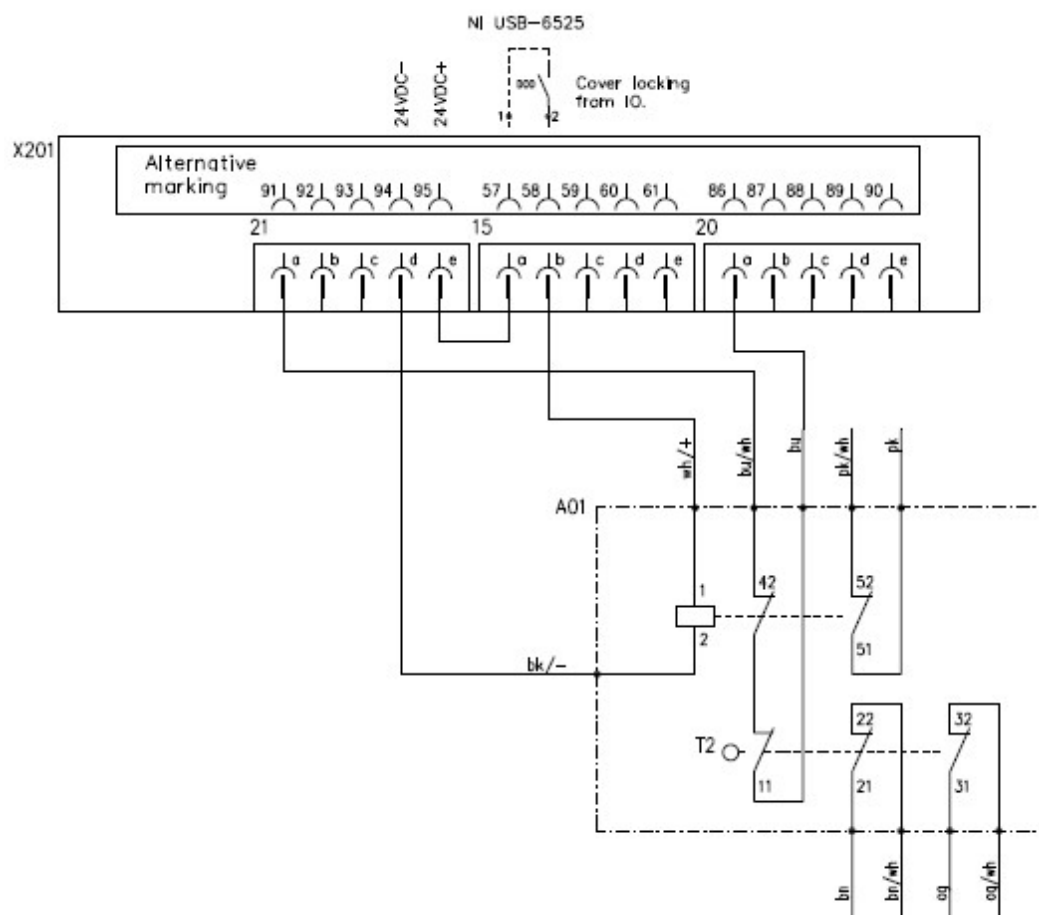
Projektin etenemisen kannalta on tärkeä tietää missä mennään ja mihin ollaan seuraavaksi menossa. Tähän on koottu projektin kannalta tärkeimmät palaverit päivittäin ja mikä on ollut palaverin teema:

- 31.1.2020 aloituspalaveri. Selvitettiin millä asemalla tuleva automaattinen jännitelujuustestaus voidaan suorittaa, sekä päätettiin adapterin toimittaja.
- 12.2.2020 ABB:n ohjaajan kanssa palaveri. Keskustelua projektin etenemisestä.
- 13.2.2020 soitto adapterin toimittajalle. Keskustelua aikataulusta, sekä testattavien tuotteiden dokumenteista toimitettava 3-D kuvat. Keskustelua seuraavan palaverin ajankohdasta.
- 18.2.2020 palaveri adapterin toimittajan ja ABB:n ohjaajan sekä global manufacturing supportin suunnitteluinsinöörin sekä esimiehen kanssa.
- 3.4.2020 katselmointi toimittajan kanssa skypen kautta. Pääsimme näkemään 3-D mallinnuksen, miltä adapteri näyttää ja miten se toimii. Keskustelua myös aikataulusta.
- 14.4.2020 Etäpalaveri suunnitteluinsinöörin kanssa testijonon luomisesta testattaville tuotteille.
- 23.4.2020 Etäpalaveri suunnitteluinsinöörin kanssa. Labview-ohjelmointia etänä.
- 7.5.2020 Etäpalaveri suunnitteluinsinöörin kanssa. Labview-ohjelmointia etänä.
- 8.5.2020 Puhelu toimittajan sähkösuunnittelijalle. Keskustelua piirikaaviossa löytyneen vian korjaamisesta.

5.4 Turvallisuus

Ensimmäinen asia jännitetestausta suoritettaessa on testilaitteen käyttäjän turvallisuus. Halusimme, että testiadapterista tulee mahdollisimman turvallinen. Päätimme, että adapteri on kokonaan suojattu, ettei jännitteellisiin osiin pääse koskemaan kannen ollessa kiinni. Adapterin kannessa on turvakytin, joka on kytketty NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteeseen, jossa on yksi uloslähtö ja yksi sisääntulo. Turvakytin toiminta näkyy kuvasta 13.

Adapterin kannessa on salpa, joka osuu luukun ollessa kiinni turvakyttimeen. NI USB 6525 saa sisääntulon arvon 1 ja yhdistää sisääntuloon +24 voltin jännitteen. Sen jälkeen kela vetää ja solenoidi lukitsee salvan paikoilleen. Solenoidissa on jousi (painonappi), joka palauttaa tilan sähkövirran katkettua. Kun nappia on painettu, saa NI USB 6525 arvon 0 ja avaa koskettimen. Kelaan tulee -24 voltin jännite ja solenoidi vapauttaa lukituksen. Vian ilmetessä, tai turvapiirin katketessa jännitesyöttö katkeaa automaattisesti.

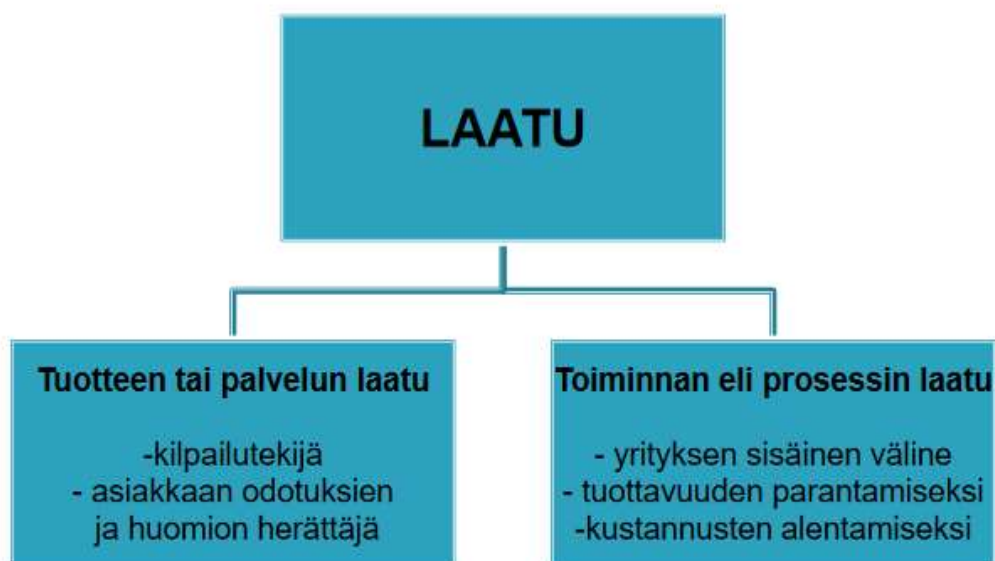


Kuva 13. Turvapiirin piirikaavio. /15/

Osana turvallisuutta on huolehtia, että adapterin testiliittimet on hyvin merkitty ja dokumentoitu. Hyvään työturvallisuuteen kuuluu hyvät kirjalliset työohjeet, jotka tullaan tekemään. Testiohjelma neuvoa myös testauksen suorittamisen vaihe vaiheelta.

5.5 Laatu

Uudella automatisoidulla testausmenetelmällä pyritään parantamaan yrityksen toiminnan eli prosessin laatua (**Kuva 14.**). Uudella menetelmällä vältämme manuaalisesta työskentelystä johtuvat inhimilliset virheet, esimerkiksi liian suuren jännitteen syöttämisen testauksen aikana, joka voi johtaa tuotteen hajoamiseen.



Kuva 14. Laadun määritelmä. /16/

Lähtökohtana on, että laatuketjun kaikissa osissa tuote tehdään kerralla valmiiksi ilman virhesuorituksia ja korjauksia. Lopputuotteen käyttäjien lisäksi asiakkaita ovat kaikki yrityksen sisäiset asiakkaat eli samassa organisaatiossa toimivat henkilöt tai tehtävälle tuotteelle vaatimuksia asettavat organisaation osat. Laatu syntyy toiminnan tuloksena. Jotta tulos olisi halutun kaltainen, toimintaa on mitattava ja ohjattava siten, että toiminnassa ei ole virheitä tai epätäydellisyyksiä. Laatu ei ole pelkästään tuotteiden osa-alue, vaan se liittyy myös prosesseihin, työolosuhteisiin ja ympäristöön. Laatu ei ole pelkästään tekninen funktio tai erillinen osaston prosessi, vaan systemaattinen prosessi, joka läpäisee koko organisaation. /16/

Uudella menetelmällä saadaan yhtenäistettyä jännitelujuustestaus, mikä parantaa myöskin osakseen prosessin laatua. Uuteen menetelmään kuuluu myös testausohjelmisto, joka kerää tiedon jokaisesta testatusta releestä ABB:n tietokantaan. Ohjelma mittaa myös FPY:n eli, kuinka monta prosenttia läpäisee testin ensimmäisellä kerralla. Esimerkiksi, jos syötetään 100 tuotetta ja 90 tuotetta läpäisee testin, niin saannoksi saadaan $90/100 = 90\%$. /16/

5.6 Tehokkuus ja tuottavuus

Tuotantotoiminnan tehokkuuden mittaamisessa yleisesti käytetty mittari on aika. Jokainen tuote arvioidaan sen mukaan, paljonko sen valmistamiseen on kulunut aikaa. Kun tämä tiedetään, voidaan tutkia, kuinka paljon resursseja valmistus vaatii ja kuinka tehokkaasti olemassa olevaa kapasiteettia hyödynnettiin. /17/

Laskin kuinka paljon säästyy aikaa uudella testausmenetelmällä verrattuna vanhaan. Laskin myös mikä on mahdollinen takaisinmaksuaika tällä adapterilla.

Kustannukset ja laskelmat ovat suuntaa antavia. Oikeat laskelmat toimitetaan toimeksiantajalle. ABB käyttää työntekijän kustannusarviona 30 €/h. Laskelmat on tehty sen perusteella, sekä arvioidun REX521RRP-tuotteen menekin perusteella.

Taulukko 4. Adapterin arvioitu säästö/tuotto per vuosi.

	Vanha menetelmä	Uusi menetelmä
testausaika	3 min	1 min
tt kulut per tunti	60 €	30 €
arvioitu menekki/vuosi	500 kpl	500 kpl
kokonaiskulut per vuosi	1 500 €	250 €
säästö per vuosi		1 250 €

Testausaika putoaa kolmannekseen siitä, mitä vanhalla menetelmällä oli kestänyt, sekä enää tarvittiin vain yksi työntekijä tekemään testausta, mikä pudottaa kokonaiskulut kuudesosaan.

Annuiteettimenetelmällä laskettiin, onko investointi kannattava vai ei. Annuiteettimenetelmässä investointikustannus jaetaan komponentin pitoajalle vuosikustannuksiksi eli tavallaan lasketaan sille vuosittainen poisto. Jos vuotuinen säästö on suurempi kuin annuiteettimenetelmällä laskettu vuotuinen poisto niin investointi on kannattava.

$$\text{Annuiteetti (vuosipoisto)} = \frac{p * (1 + p)^n}{(1 + p)^n - 1} * K$$

missä p = korko-% (merkitään kaavaan esimerkiksi 0,07, ei 7 %)
 n = pitoaika vuotta
 K = investointikustannus jonka vuosipoisto halutaan tietää

Kuva 15. Annuiteettimenetelmän laskukaava. /18/

Yrityksessä oli aiemmissa investoinneissa käytetty 10% korkoa, joten käytetään sitä myös tässä. Investoinnin pitoajaksi muodostui kaksikymmentä vuotta, joka tulee siitä, että yritys lupaa tuotteillaan sen pituista ylläpitoaika.

$$\frac{0.1 * (1 + 0.1)^{20}}{(1 + 0.1)^{20} - 1} * 10000\text{€} = 1175\text{€}$$

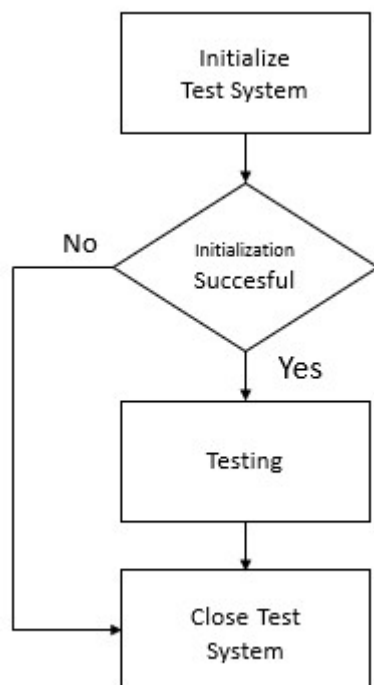
Uuden menetelmän arvioitu säästö 1250€ miinustettuna annuiteettimenetelmän arvioidulla poistolla 1175€, jäisi investointi hieman plussalle, 75€. Pitää huomioida, että investoinnilla ei kuitenkaan tavoitella suuria säästöjä, vaan sen pääasiallinen tarkoitus on lisätä turvallisuutta.

6 TESTAUSAUTOMAATIO

Testausautomaatio on tärkeä osa prosessin automatisointia. Tässä luvussa kerrotaan tämän projektin ohjelmoinnin vaiheista.

6.1 Testausprosessi

Kuvassa 16 on yksinkertainen kuvaus testiohjelman ylimmältä tasolta, ja siitä kuinka testiohjelma kutsuu mainittuja osioita. INIT-, TEST- ja CLOSE-osiot on kuvattu tarkemmin luvussa 6.3 testiohjelman rakenne.



Kuva 16. Yksinkertainen vuokaavio testiohjelman ylimmältä tasolta.

6.2 NI LabVIEW järjestelmä

Testiohjelman suoritus tapahtuu testiaseman sisälle sijoitetulla tietokoneella. LabVIEWilla toteutettu testiohjelma hallitsee testilaitteen elektroniikkaa NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteiden kautta.

LabVIEW on National Instrumentsin kehittämä graafinen ohjelmointiympäristö, jota käytetään laajasti elektroniikan testauksessa. Se käyttää graafista ohjelmointikieltä nimeltä G. Ohjelmointikieli on yksi suurimmista eroista monien muiden kehitysympäristöjen välillä. G käyttää tiedonkulkumallia tekstikoodin peräkkäisten rivien sijaan. /19/

Yksi LabVIEWilla työskentelyn tärkeimmistä eduista on laaja esivalmistettujen toimintojen kirjasto, joka tekee uusien projektien aloittamisesta ja koodaamisesta nopeampaa. Testausympäristössä, jossa räätälöinti ja sopeutumiskyky ovat tärkeitä, tämä on valtava etu. LabVIEW-ohjelmia kutsutaan Virtual Instrumenteiksi tai VI:ksi, ja se koostuu etupaneelistä, lohkokaaviosta ja liitinpaneelistä. VI:n etupaneeli on käyttäjälle näkyvä osa VI:stä ja lohkokaavio sisältää ohjelmakoodin. Liitinpaneeli on paikka, jossa syöttö- ja lähtötiedot reititetään VI:hin. /19/

Ohjelmakoodissa käytetään kuvakkeita, joita yhdistetään toisiinsa johdottamalla. Kun etupaneelin lisätään komponentti, komponentille ilmestyy kuvake myös lohkokaavioon. /19/

National Instruments tarjoaa ajuriohjelmiston sen valmistamille tiedonkeruulaitteille, joka on nimeltään NI-DAQmx. Ajuriohjelmisto sisältää rajapinnan, jonka avulla voidaan hallita NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteita LabVIEWilla. NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteita on ollut käytössä ABB:llä jo vuosia. Tästä syystä Distribution Solutionsin testaussuunnittelulla oli olemassa valmiit LabVIEW-funktiot NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteiden käsittelyyn, joita voitiin käyttää hyväksi tässä insinööriyössä.

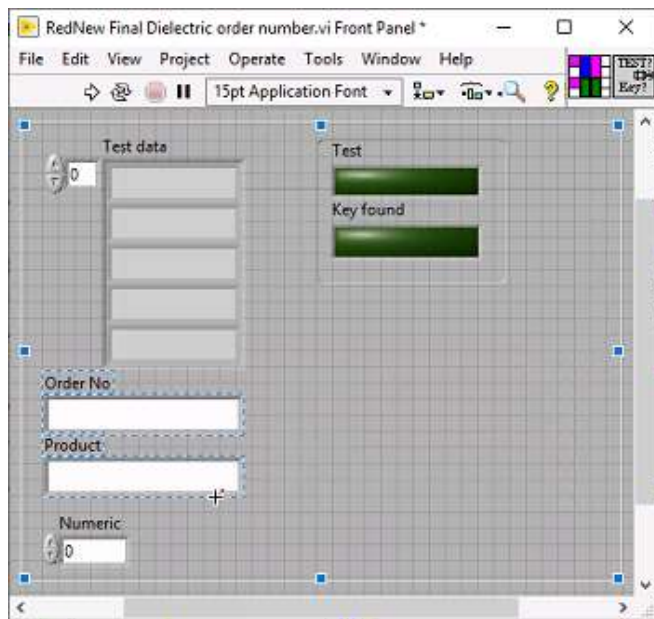
6.3 Testiohjelman rakenne

Alustus (INIT) on ensimmäinen käytettävä aliohjelma, joka luo yhteyden mittalaitteeseen. Suoritetaan vain kerran testin alussa. Testiohjelman ensimmäinen tehtävä on alustaa testilaitte. Alustus tehdään Init VI:lla, joka alustaa testilaitteen ja lukee työohjeen viivakoodin, jonka perusteella se hakee tuotteen parametrit. Tämän jälkeen tarkastetaan, onko kaikki NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteet toiminta-

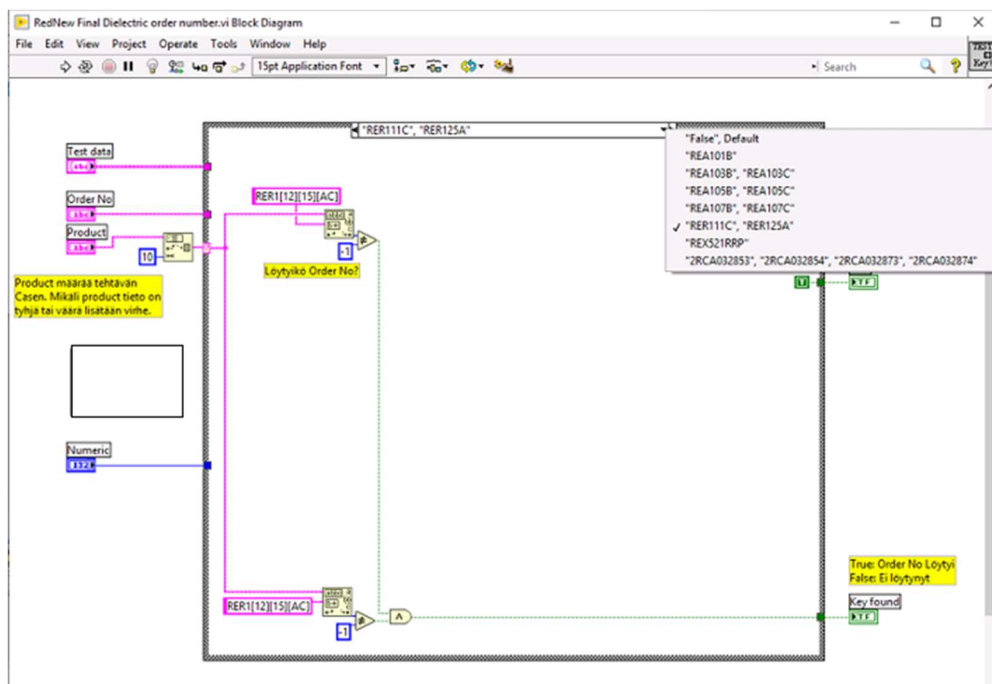
kunnossa. Jos jonkin NI USB 6525 -tiedonkeruulaitteen tarkastus ei mene läpi, testiohjelma antaa virheviestin ja sulkeutuu. Jos jokin tiedonkeruulaitteista ei toimi, tuotteen testausta ei voida aloittaa. Jos kaikki tiedonkeruulaitteet on todettu toimiviksi, aloitetaan testilaitteen alustaminen. Laitteen alustus lohkokaavio näkyy kuvassa 21.

TEST eli testausosio (Testing VI). Tässä tapahtuu tuotteen testaus ja testitulosten tallennus. Testiohjelma pysyy tässä osiossa tuotteen testauksen ajan. Testing silmukka aloitetaan kutsumalla Read Barcode VI:ta, jolloin avautuu uusi ikkuna viivakoodille. Tuotteen testausprosessi määrittelee, että tässä vaiheessa testiohjelmaan täytyy lukea tuotteen viivakoodi. Koneen käyttäjä, lukee viivakoodin viivakoodinlukijalla testiohjelmaan ja sulkee testilaitteen kannen. Nyt ohjelma on valmis testaamaan tuotetta. Jos virheitä ei tapahtunut, ja testin tulos on PASS, niin tuotteen sarjanumero ja testitiedot tallennetaan testitietokantaan. Testaus lohkokaavio näkyy kuvassa 22.

Lopetus (CLOSE) lopettaa sovelluksen yhteyden mittalaitteen kanssa. Testilaitte suljetaan hallitusti Close VI:lla. Aina, kun testiohjelma suljetaan, tai se sulkeutuu itsestään jonkin virheen takia, suoritetaan Close VI. Siinä alustetaan asetukset ja palataan INIT-osioon.

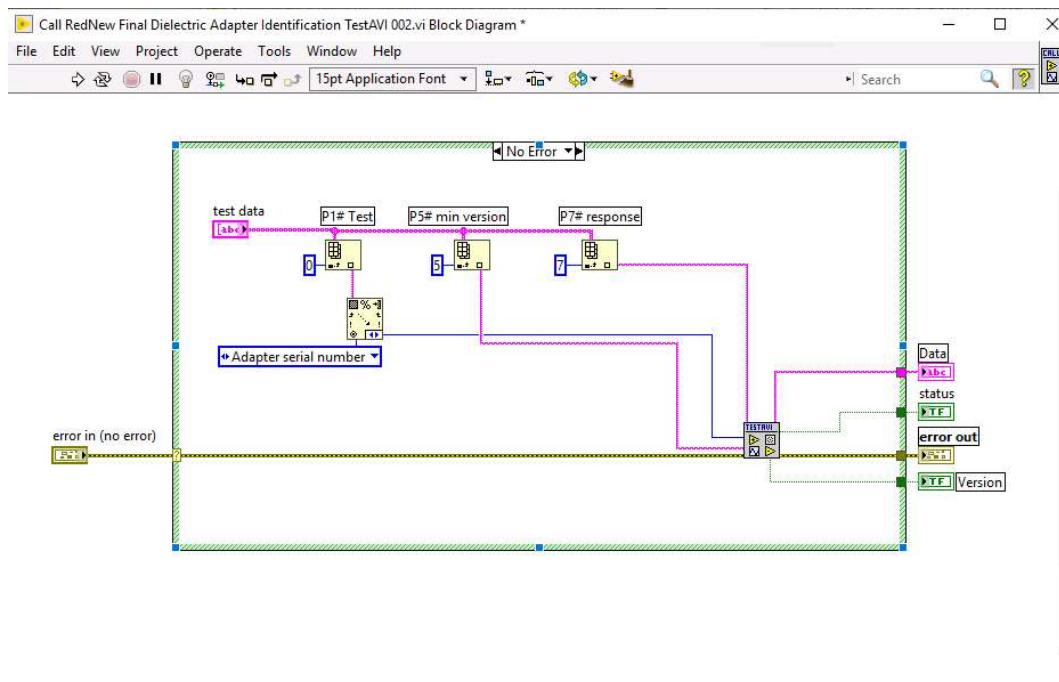


Kuva 17. Etupaneeli.



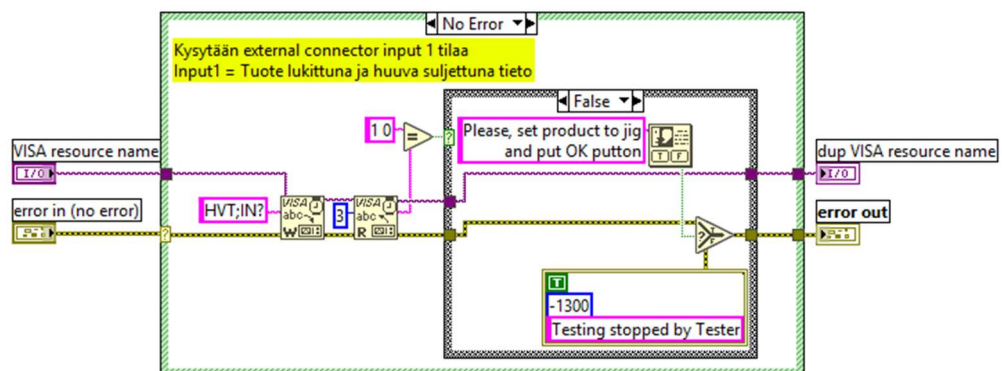
Kuva 18. Etupaneelin lohkokaavio.

Tuotteen viivakoodista luetaan Product- ja Order-tiedot. True mikäli löytyy oikeat tiedot, False mikäli tieto on väärä tai tyhjä. Order numerossa pitää olla vähintään 7 merkkiä, tässä tapauksessa joko RER111C tai RER125A.



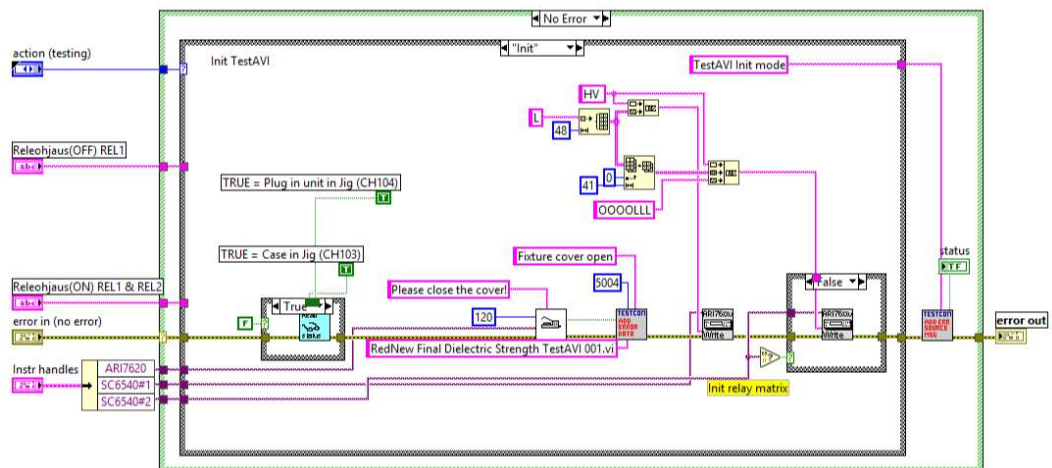
Kuva 19. Adapter identification.

Tässä tarkistetaan, onko oikea adapteri käytössä ja haetaan sille luodut parametrit.

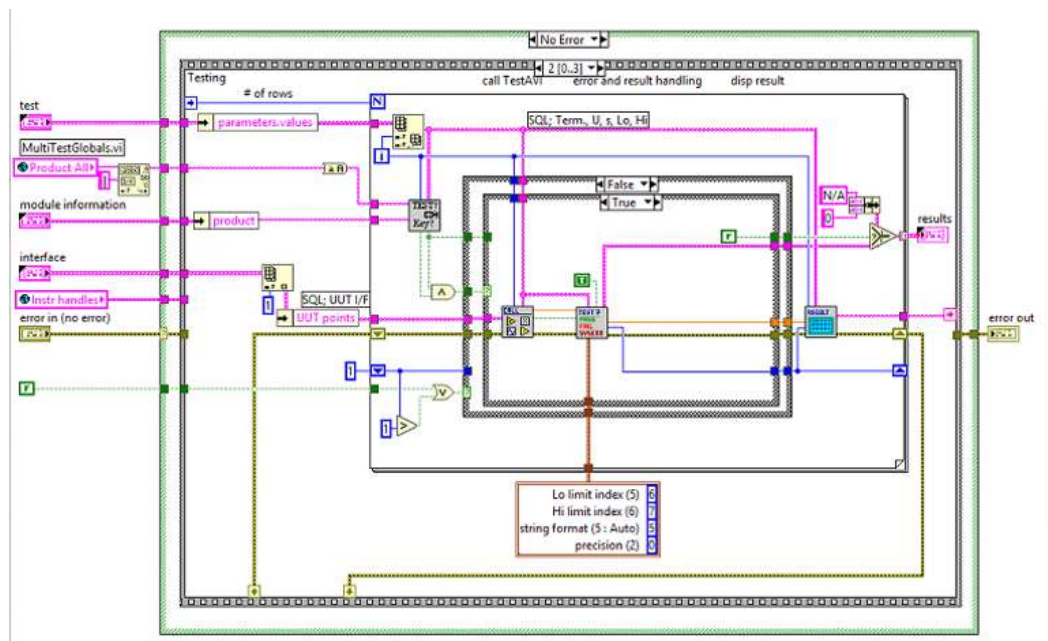


Kuva 20. Safety check.

Testiohjelma tarkistaa onko tuote paikallaan adapterissa ja onko adapterin kansi kiinni.



Kuva 21. INIT-lohkokaavio.



Kuva 22. TEST-osion lohkokkaavio.

7 KÄYTTÖÖNOTTO

Ensimmäisenä tarkastettiin dokumenteista, että toimittaja oli tehnyt teoriaosuudessa mainitut turvallisuusstandardien mukaiset sähköturvallisuustestit adapterille. Mittaustulokset näkyvät liitteessä 2.

Seuraavaksi suoritimme visuaalisen tarkastuksen missä katsottiin, että adapteri on sellainen kuin sovittiin. CE-merkinnät, mekaniikka, johdinsarjat ja liittimet sekä niiden merkinnät katsottiin läpi. Laitettuamme adapterin kiinni testiasemaan, mitattiin vielä suojamaan jatkuvuuden toiminta. Hyväksytylle mittaustulokselle standardi ei anna raja-arvoa, mutta hyvänä sääntönä voidaan pitää alle $1\ \Omega$:n arvoa. Saatiin mittaustulokseksi $0,1\ \Omega$.

7.1 Toiminnan testaus

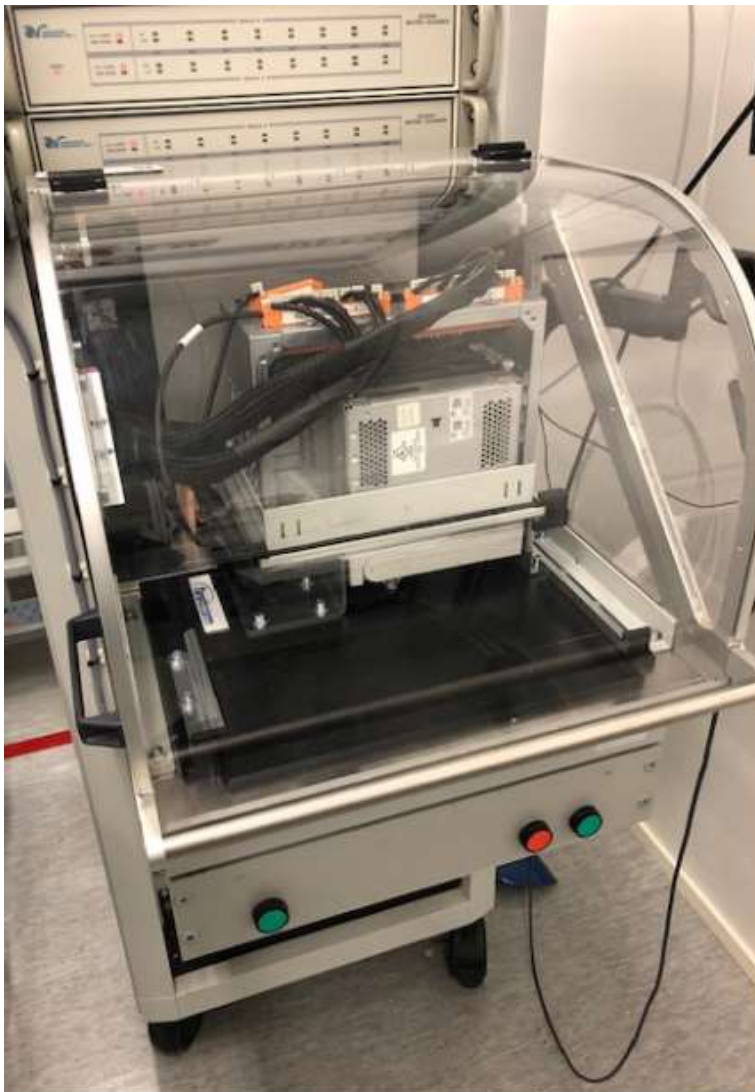
Laitettiin testattava tuote adapteriin ja kytkettiin liittimet ja maadoitus ja aloitettiin testaus. Testiohjelma tunnisti adapterin ja lähti käyntiin, mutta sitten ohjelma pysähtyi ja näytölle tuli system error. Ohjelma ei tunnistanut, että kansi oli kiinni, niin turvalukitus ei mennyt päälle. Tarkasteltuamme asiaa huomattiin, että piirikaaviossa oli lukituksen ohjausjännite piirretty väärään paikkaan, tästä syystä rajapinnan liittimellä oli johdotus väärässä paikassa ja ne piti siirtää oikeaan kohtaan. Käytännössä tilausvaiheessa oli tapahtunut sekaannus, jonka takia luukun lukituksen vapauttava painonappi puuttui, joka vaikutti kytkentään. Kytkentää piti muuttaa käyttöönoton ajaksi. Adapteriin tullaan lisäämään painonappi ja kytkentä tehdään kappaleen 5.4 turvapiirin kaavion mukaan. Huomattiin myös, että ohjelmassa oli virhe. Testiohjelma haki väärän testiaseman alustusohjelmaa ja testikoodi ei osannut hakea mittalaiteohjauksia oikeasta paikasta.

Ohjelmamuutoksen jälkeen testattiin mallituotteet ja ne toimivat oikein. Mittausarvot pysyivät annettujen parametrien sisällä. Varmistettiin vielä ohjelman toimivuus laittamalla testattavien liittimien ryhmät yksi kerrallaan oikosulkuun ja katsottiin, että ohjelma havaitsee tämän ja pysäyttää testauksen. Virtarajat ylittyivät ja testiohjelma ilmoitti viasta ja pysäytti testauksen, eli toimi niin kuin pitää.

Käyttöönotto suoritettiin hyväksytysti ja testiohjelmat siirrettiin versionhallintaan.
Tuotanto ottaa uuden menetelmän käyttöön.

8 UUSI MENETELMÄ

Uudessa testausmenetelmässä (**Kuva 24.**) asetetaan tuote adapterissa olevien kiskojen väliin ja laitetaan suojamaadoituskaapeli sekä koestusliittimet tuotteeseen kiinni. Liittimet on merkattu, että käyttäjä osaa laittaa ne oikeille paikoilleen. Tämän jälkeen laitetaan adapterin kansi kiinni ja luetaan tuotteen sarjanumero ja tuotekoodi testiohjelmaan ja asema aloittaa testauksen. Tuotteen mentyä hyväksytysti läpi, menee siitä tieto ABB:n testitietokantaan.



Kuva 24. REX521RRP jännitekoestus (uusi menetelmä).

9 POHDINTA

Opinnäytetyö on tehty ABB Oy Distribution Solutions Electrification Servicelle. Työn tarkoituksena oli uusien kolmen tuotteen jännitelujuustestausmenetelmä, joka oli aiemmin tehty manuaalisesti. Testaus piti saada mahdollisimman automaattiseksi ja henkilöturvalliseksi sekä sen täytyi parantaa prosessin laatua.

Opinnäytetyön tuloksena oli toimiva laitteisto, jolla voidaan korvata aiempi laitteisto. Lisäksi uudistetun laitteiston piirteitä voidaan laajentaa tulevaisuudessa näiden tuotteiden lopputestaukseen, mikä tehdään manuaalisesti.

Uudistetussa laitteistossa on huomioitu turvallisuus, sekä helppokäyttöisyys. Työ suunniteltiin ja toteutettiin yhteistyössä Ampner Oy:n kanssa.

Tutkimuksessa todettiin uuden testausmenetelmän helpottavan testausta sekä parantavan testauksen turvallisuutta ja prosessin laatua. Tutkielmassa laskettiin, että investointia voidaan pitää myös rahallisesti kannattavana, mikäli tuotteen suunniteltu käyttöikä pitää paikkaansa.

Projektin aikana opin paljon uutta projektin hallintaan liittyvistä asioista, varsinkin aikataulutuksesta sekä siitä, miten tärkeää hyvä kommunikaatio on kaikkien sidosryhmien välillä. Opin myös paljon, mitä vaatimuksia ja standardeja tällaisen adapterin valmistus noudattaa. Opin myös, mitä kaikkea tällaisen testausmenetelmän automatisointi pitää sisällään.

LÄHTEET

- /1/ ABB Oy. Historia. Viitattu 15.2.2020. <https://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti>.
- /2/ ABB Oy. Distribution Solutions. Viitattu 16.2.2020.
<https://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/suomessa/liiketoiminnat/distribution-solutions>
- /3/ www.abb.fi/cawp/seitp202/38b465754a19bad9c1257ef80041cd78.aspx. Viitattu 16.2.2020.
- /4/ <https://search-ext.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=1MRS758330&LanguageCode=fi&DocumentPartId=&Action=Launch>. Kuva viitattu 15.2.2020
- /5/ ABB Oy. 2000. RER111 Technical reference manual. Viitattu 15.2.2020.
https://library.e.abb.com/public/73fc3abf368d341bc12572eb00441c98/RER111_t_rm_750104_ENd.pdf
- /6/ ABB Oy. 2000. RER125 Technical reference manual. Viitattu 15.2.2020.
https://library.e.abb.com/public/025ec6f1d9c449dfc12576ef0045236f/RER125_usg_751295_ENd.pdf
- /7/ REX521RRP-tuoteopas.
https://library.e.abb.com/public/63ee9371a7fa48079f2a6b2f8e7e132b/REX521RRP_pg_758962_ENa.pdf
- /8/ Automaation hyödyt. <https://productivity.com/benefits-of-automation/>
- /9/ Kananen J, Laadullinen tutkimus pro graduna ja opinnäytetyönä. Jyväskylän Ammattikorkeakoulun julkaisu, Suomi 2017, ISBN 978-951-830-456-5.
- /10/ Saaranen-Kauppinen A & Puusniekka A. 2006. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto [verkojulkaisu]. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietovarasto [ylläpitäjä ja tuottaja]. <<https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/>>. Viitattu 15.3.2020.
- /11/ <https://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/suomessa/sertifikaatit>
- /12/ ABB:n sisäinen vaarojenhallintaohje 8/2014. Viitattu 18.4.2020
- /13/ Suomen Standardoimisliitto SFS-EN ISO 9001:2015 5. Painos. Viitattu 18.4.2020
- /14/ Adapterin toimittajan esittely. <https://ampner.com/>. Viitattu 24.2.2020
- /15/ Ampner Oy. Hirvilampi, S. 2020. Turvalukon piirikaaviokuva. Viitattu 9.5.2020
- /16/ Uimonen, M. 2019. Ympäristö- ja laatu järjestelmät opintomoniste. Vaasan ammattikorkeakoulu.

/17/ Hill, A. & Hill, T. 2012. Operations management. 3. uudistettu painos. Lontoo: Palgrave Macmillan.

/18/ Koski, J. 2018. Sähköjakeluverkkojen suunnittelu. Taloudellisuuslaskelmat opintomoniste. Vaasan ammattikorkeakoulu. Viitattu 10.5.2020

/19/ NI LabVIEW:n esittely. <https://www.ni.com/fi-fi/shop/labview.html>. Viitattu 25.4.2020

/20/ Gantt-kaavio Hughes, B. & Cotterell, M.: Software Project Management, McGraw-Hill, 2005, fourth edition.

/21/ Eskelinen H, & Karsikas S., TUTKIMUSMETODIIKAN PERUSTEET: TEKNIIKAN ALAN OPPIKIRJA, AMK-Kustannus OY, Suomi 2014, ISBN 0-471-51191-9.

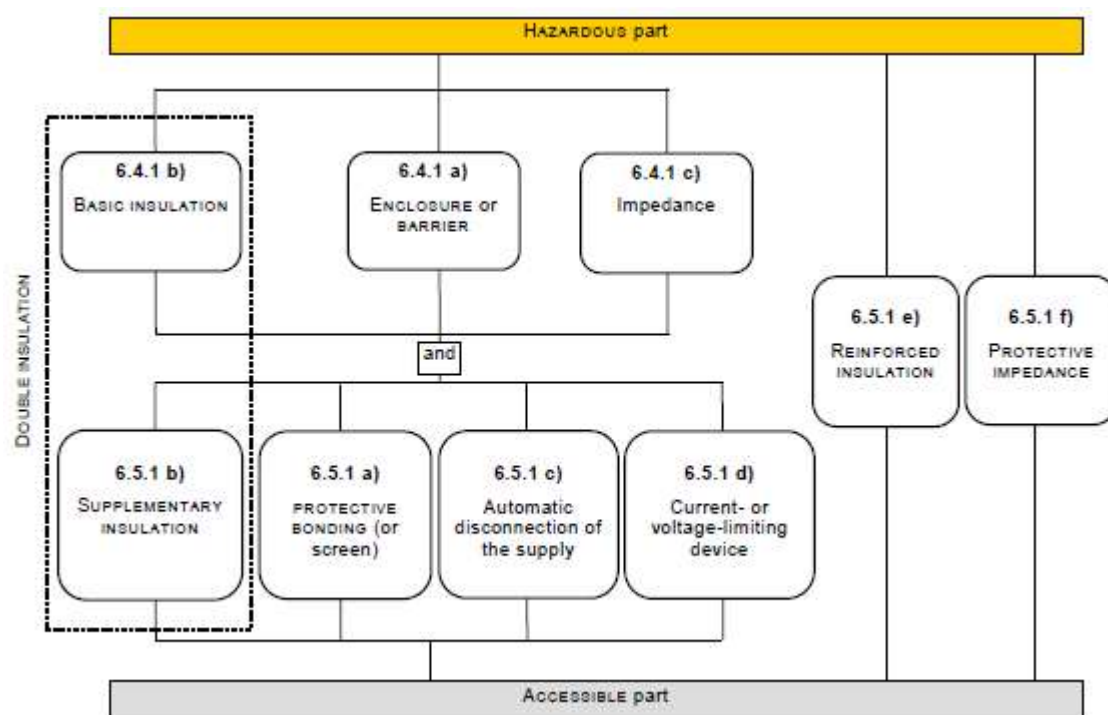
NOTE 1

IEC 61010-1:2010 The requirements for voltage testers used for routine (production line) tests.

F.2 Protective Earth

A continuity test is made between the earth pin of the appliance inlet or the MAINS plug of plug-connected equipment, or the PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL of PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT on the one side, and all ACCESSIBLE conductive parts which are required by 6.5.2 to be connected to the PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL on the other side.

NOTE No value is specified for the test current.



6.5.2

F.3 Mains Circuits

F.3.1 General

A test voltage is applied between:

a) the MAINS TERMINALS connected together, and

b) all ACCESSIBLE conductive parts including the PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL, if any, connected together.

During this test, the equipment shall be electrically isolated from any external earthing. This test is not applied to small metal parts such as name plates, screws or rivets, if they are separated from parts which are HAZARDOUS LIVE by REINFORCED INSULATION or its equivalent.

NOTE For equipment which has all ACCESSIBLE conductive parts connected to the PROTECTIVE CONDUCTOR

TERMINAL, the interconnection of the ACCESSIBLE conductive parts is not necessary because the correct interconnections are tested by F.2.

The test voltage may be a.c. or d.c. or impulse, and is selected from Table F.1 for the appropriate OVERVOLTAGE CATEGORY. For the a.c. and d.c. tests, the test voltage is raised to its specified value within 5 s, and maintained for at least 2 s. Impulse tests are the 1,2/50 μ s.

test specified in IEC 61180, conducted for a minimum of three pulses of each polarity at 1 s minimum intervals.

No flashover of CLEARANCES or breakdown of solid insulation shall occur during the test, nor shall the test device indicate failure.

Table F.1 – Test voltages for ROUTINE TESTS of MAINS CIRCUITS

Nominal line-to-neutral voltage of MAINS supply	OVERVOLTAGE CATEGORY II			OVERVOLTAGE CATEGORY III			OVERVOLTAGE CATEGORY IV		
	a.c.	d.c.	1,2/50 μ s Impulse	a.c.	d.c.	1,2/50 μ s Impulse	a.c.	d.c.	1,2/50 μ s Impulse
V	V r.m.s.	V	V peak	V r.m.s.	V	V peak	V r.m.s.	V	V peak
≤ 150	840	1 200	1 200	1 400	2 000	2 000	2 200	3 100	3 100
$>150 \leq 300$	1 400	2 000	2 000	2 200	3 100	3 100	3 300	4 700	4 700
$>300 \leq 600$	2 200	3 100	3 100	3 300	4 700	4 700	4 300	6 000	6 000
$>600 \leq 1 000$	3 300	4 700	4 700	4 300	6 000	6 000	5 300	7 500	7 500

F.3.2 MAINS CIRCUITS with voltage limiting devices

For MAINS CIRCUITS with voltage limiting devices that meet the requirements of 14.8, the a.c. or d.c. test of F.3.1 can be carried out using a test voltage of 0,9 times the clamping voltage of the voltage limiting device but not less than twice the WORKING VOLTAGE of the MAINS CIRCUIT.

F.4 Floating circuits

A test voltage is applied between

- a) the TERMINALS of floating input and output circuits, which can be HAZARDOUS LIVE in NORMAL USE, connected together, and*
- b) ACCESSIBLE conductive parts connected together.*

The value of the applied voltage in each case is 1,5 times the maximum RATED voltage to earth but not less than 350 V a.c. r.m.s or 500 V d.c. If voltage-limiting (clamping) devices clamp below the applied voltage, the value of the applied voltage is 0,9 times the clamping voltage, but not less than that of the maximum RATED voltage to earth.

The test voltage is raised to its specified value within 5 s and maintained for at least 2 s, with the circuit electrically isolated from any external earthing means.

No flashover of CLEARANCES or breakdown of solid insulation shall occur during the test nor shall the test device indicate failure.

LIITE 2

Adapterin sähköturvallisuus raportti

Testcom

Checking the EU declaration of conformity and start-up checks

Checking the conformity of the teststation / test device

18.5.2020

Checked item

Applied standards:

SFS-EN 60204-1 Machine safety
SFS-EN 61439-1-2 Low-voltage switchgear and controlgear assemblies.
Part 1: General Rules, Part 2: Power switchgear and controlgear assemblies

Markings

Explanation of the markings

Test Fixture 1200003AS-100a

+ = ok - = some thing to complain 0 = not included (not to be checked)

COMPLETENESS

MEASUREMENT RESULTS / OBSERVATIONS

value value value value value value

Markings inside:

Current circuits

Appliance markings

Instruction and warning signs

Other markings

Type label

Other needed markings

Visual checks:

Enclose class and touch protection

Connections and connections

Separation of different voltage circuits

Easiting (protection)

Is the cabinet type tested

Object tests:

Placement of components

Placement of wiring, wire colours

Wire connection check

Drawings correspond to realization

Insulation resistance measurement

Electrical functionality (if needed)

Hipod test

Earth conductivity

Other observations

Mechanic operations (control, switches)

EMC according to appliance instructions

SAFE LEVEL:

Nothing to remark

Remarks:

Measurement instrument Appliance multimeter C.A 6160 serie-Us 170096CQH